SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEN

ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

INHALT:

LEIPZIG,

VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

IV. *Untersuchungen über die Transspiration von Salzlösungen; von Dr. Theodor Hübener,*

Assistent am chemischen Laboratorium zu Rostock.

Die Untersuchungen, welche bisher über die Bewegung von Flüssigkeiten in Capillarröhren angestellt wurden, hatten den Zweck, die Momente festzustellen, von denen die schnellere oder langsamere Bewegung abhängig war. Es stellte sich heraus, daſs die Bewegungsgeschwindigkeit in erster Weise abhängig sey von der Beschaffenheit der Röhren und zwar von der gröſseren oder geringeren Weite derselben, während die Dichte der betreffenden Flüssigkeit sich von nur geringem Einfluſs zeigte, wie schon die mit der Prüfung der Poiseuille'schen Versuche betraute Commission bemerkt, welche sich dahin ausspricht [1]): „daſs man es als eine vollkommen erwiesene Thatsache ansehen kann, daſs, wenn die Dichte der Flüssigkeit einen Einfluſs auf die Geschwindigkeit des Ausflieſsens der Flüssigkeiten durch Röhren von kleinen Durchmessern ausübt, dieser Einfluſs sehr schwach ist". Eine Bestätigung fand dieser Ausspruch durch die von Girard sowie von Poiseuille angestellten Versuche über die Ausfluſsgeschwindigkeiten von Alkohol und Gemischen von Alkohol und Wasser durch Capillarröhren. Die Ausfluſsgeschwindigkeit nimmt nicht mit der Dichte der Flüssigkeit, also mit steigendem Wassergehalte, zu, sondern im Gegentheile nimmt sie mit steigendem Wassergehalte Anfangs ab und erreicht ein Minimum, welches, wie Poiseuille bereits nachwies, mit dem Maximum der beim Vermischen von Alkohol mit Wasser stattfindenden Contraction zusammenfällt. Auſserdem fand schon Girard, daſs die Ausfluſsgeschwindigkeit einer Chlorkaliumlösung gröſser ist als die einer Chlornatriumlösung von derselben Dichte.

Aus diesen Erscheinungen läſst sich mit einiger Sicher-

1) Pogg. Ann. Bd. 58, S. 436.

heit schliefsen, dafs nicht nur die Schwere und die Capillaradhäsion allein die Gröfse der Ausflufsgeschwindigkeit bedingen, sondern dafs noch ein anderes Moment vorhanden seyn mufs, welches die Ausflufsgeschwindigkeit wesentlich beeinflufst. Es liegt nahe, diefs Moment in einer im Innern der Flüssigkeit vorhandenen Reibung der Flüssigkeitstheilchen aneinander zu suchen, und wir hätten uns die Frage zu stellen:

Ist der Unterschied in den Bewegungsgeschwindigkeiten von Flüssigkeiten in Capillarröhren als eine Function der Cohäsion anzusehen, und wodurch wird diese Cohäsion bedingt?

Bei der Beantwortung dieser Frage liegt es nahe, zunächst an die chemische Beschaffenheit der Flüssigkeiten zu denken; es wird also zuerst zu untersuchen seyn, ob und in wie hohem Grade die Cohäsion einer Flüssigkeit abhängig sey von ihrer chemischen Zusammensetzung. Zu diesem Zweck wurden die nachfolgenden Untersuchungen zunächst mit den Lösungen verschiedener Salze angestellt; die erhaltenen Resultate bestätigten die beim Beginn der Arbeit gehegten Erwartungen in hohem Grade.

Wenn nun auch mein hochverehrter Lehrer, Hr. Professor Schulze, auf dessen Anregung und unter dessen Leitung diese Versuche angestellt wurden, schon einen kurzen Bericht über dieselben an die 45ste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte einsandte [1]), so dürfte es doch ganz angemessen seyn, die ganze, seitdem nach verschiedenen Seiten hin erweiterte Versuchsreihe darzulegen, um aufs Neue die Aufmerksamkeit der Chemiker und Physiker auf diesen Gegenstand hinzulenken, da derselbe vielleicht geeignet seyn dürfte, unsere Anschauungen über die moleculare Constitution chemischer Verbindungen in gewisser Beziehung zu vervollständigen.

Da es sich bei dieser ganzen Arbeit um relative Vergleichungen handelte, so kam es hauptsächlich darauf an,

1) Tageblatt der 45. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte zu Leipzig S. 122.

die betreffenden Salzlösungen unter genau denselben Bedingungen durch dieselben Röhren fliefsen zu lassen, während die Beschaffenheit der Röhren selbst in Bezug auf ihren überall gleichmäfsigen Durchmesser usw. als von mehr untergeordneter Bedeutung angesehen ward.

Zunächst wurden Salzlösungen von genau demselben specifischen Gewichte dargestellt. Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes wurde eine Waage von Westphal in Celle benutzt, die sich für diese Zwecke als ganz besonders geeignet erwies, da sie auch bei Anwendung relativ geringer Flüssigkeitsmengen gestattete, das specifische Gewicht bis auf die vierte Decimale festzustellen. Die specifischen Gewichte der an einem Tage zu benutzenden Flüssigkeiten wurden vor jeder Versuchsreihe aufs Genaueste mit einander verglichen und sich etwa herausstellende Differenzen (die stets nur sehr geringe waren) ausgeglichen. Die Arbeit wurde in einem Raume vorgenommen, dessen Temperatur sich im Laufe des Tages um höchstens zwei Grad änderte; aufserdem wurden, um die Temperatur der verschiedenen Flüssigkeiten möglichst gleich zu erhalten, die mit diesen gefüllten Gläser in ein Gefäfs voll Wasser gestellt. Die Versuche mit einem und demselben Rohre wurden möglichst alle an einem Tage ausgeführt, wodurch es erreicht ward, dafs die einzelnen Untersuchungen jeder Reihe fast bei derselben Temperatur geschahen, was durchaus nothwendig war, denn eine Differenz von nur einigen Zehntel-Graden kann, wie dieſs besonders bei der am häufigsten benutzten Chlorkaliumlösung hervortritt, schon einen sehr wesentlichen Einfluſs auf die Ausflufsgeschwindigkeit ausüben, besonders bei den weiteren Röhren.

Die zu den Versuchen benutzten Röhren hatten folgende Beschaffenheit. An ungefähr 50 Centimeter lange und durchschnittlich 1,78 Centimeter weite Glasröhren, welche sich unten zu plötzlich verengten, waren die betreffenden Capillarröhren angeblasen. Die Länge (l) und Weite (ϑ) dieser Röhren betrugen für das Rohr

I $l = 380^{mm},5$; $\vartheta = 1,^{mm}235$
II. $l = 400^{mm},6$; $\vartheta = 0,^{mm}180$
III. $l = 400^{mm},54$; $\vartheta = 1,^{mm}12$
V. $l = 402^{mm},05$; $\vartheta = 0,^{mm}98$
VI. $l = 394^{mm},5$; $\vartheta = 0,^{mm}1694$.

Das Rohr VI zerbrach leider, bevor seine Capacität bestimmt werden konnte.

Um den weiteren Theil der Röhren waren als Marken zwei Ringe in genau 300 Millim. Abstand gelegt (bei einzelnen Versuchen war dieser Abstand geringer). Die Capacität der weiteren Röhren zwischen den Marken, also die Menge der bei jeder Beobachtung ausgeflossenen Flüssigkeit betrug für das Rohr

I. = 69,4 Cubikcentm.
II. = 79,0 „
III. = 79,2 „
V. = 70,2 „
VI. = 80,6 „

Es wurde bei den einzelnen Versuchen nun nicht die in einer bestimmten Zeiteinheit abgelaufene Flüssigkeitsmenge bestimmt, sondern es wurde die Zeit gemessen, welche die zwischen den beiden Marken befindliche Flüssigkeit zum Durchlaufen durch das Capillarrohr gebrauchte. Als Zeitmesser diente eine Secundenuhr mit Arretirung. Die Ausführung der Versuche geschah in folgender Weise:

Nachdem das auf das Sorgfältigste gereinigte Rohr hinlänglich mit der betreffenden Flüssigkeit benetzt war, ward es fast ganz mit dieser gefüllt. Sowie das Flüssigkeitsniveau bis an die obere Marke hinabgesunken war, ward die Uhr, deren Stand vorher notirt war, in Gang gesetzt und erst wieder arretirt, wenn die Flüssigkeit bis zu der unteren Marke abgelaufen war. Diese Art der Beobachtung erwies sich als sehr genau, denn es wurden mit jeder Flüssigkeit in jedem Rohre wenigstens drei Versuche angestellt; es zeigten sich nur bei den engsten Röhren geringe, nie Minuten betragende, Differenzen, die sich

aufserdem stets auf während des Durchlaufens eingetre tene geringe Temperaturveränderungen zurückführen liefsen. Die Temperatur der Flüssigkeiten wurde vor und nach jedem Versuche gemessen, und wenn sich hierbei, was nur selten der Fall war, Differenzen zeigten, so wurde aus beiden Beobachtungen das Mittel genommen, was jedenfalls ohne grofse Fehler geschehen konnte. Die in den Tabellen angegebenen Grade sind R.° (versehentlich sind dieselben in dem erst angeführten Berichte der Leipziger Versammlung als C.° bezeichnet).

Die ersten Versuche wurden mit Lösungen von 1,059 spec. Gew. (bei 19°,6), welche ungefähr 1 Theil Salz auf 10 Theile Wasser enthielten, angestellt. Bei den Vorversuchen hatten die genannten Marken nur einen Abstand von 105 Mm. und theile ich die hierbei erhaltenen Resultate, welche ganz geeignet waren, zu einer weiteren Fortsetzung der Arbeit zu ermuntern, der Vollständigkeit wegen mit. Es ergaben sich folgende Zahlen (t bezeichnet die Temperatur, z die Zeit):

Rohr	I		II	
	t	z	t	z
K Cl	17°,4	27″	17°,4	629″
Na Cl	17°,4	30″	17°,4	720″
NH_4Cl			19°,8	575″

Bei einer Entfernung der Marken von 285 Mm. trat die Differenz zwischen Chlorkalium und Chlornatrium schon deutlicher hervor, indem sich für ersteres 85″, für letzteres 97″ ergaben.

In der folgenden Tabelle betrug der Abstand der Marken 300^{mm}

Rohr	I		II		III		IV		V		VI	
	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''
K Cl	16,7	89	16,0	2148	17,2 18,6	143 136	17,2	372	19,8	320	19,0 18,5	2522 2555
K Br	16,8	87	16,6	2060	16,9	138	17,8	371	17,7	328	18,4 17,7	2508 2656
K J	16,8	86	16,8	1984	16,9	138	17,7	366	17,7	327	18,5 17,6	2523 2610
Na Cl	16,7	101	16,8	2403	17,2 18,6	166 154	17,2	445	19,8	366	19,0	2955
NH_4 Cl	16,7	89	17,0	2042	19,8	135	19,8	365	19,9	323	19,2	2551

Von verdünnteren Lösungen (1,039 spec. Gew. bei 17°,6) wurde chlorsaures Kalium mit Chlorkalium im Rohr IV verglichen; es gab

$$K\,Cl \quad -387''$$
$$K\,Cl\,O_3 - 386''.$$

Die geringe Löslichkeit von chlorsaurem Kalium sowie von Chlorammonium gestattete ein Experimentiren mit concentrirteren Lösungen nicht.

Vergleichen wir die in vorstehender Tabelle enthaltenen Zahlen mit einander, so zeigt sich, dafs die Geschwindigkeit des Ausfliefsens aus Capillarröhren bei Salzlösungen von demselben specifischen Gewicht und im Uebrigen unter genau denselben Bedingungen um so geringer ist, je kleiner das Atomgewicht des gelösten Salzes ist. Aufserdem zeigt sich schon hier, wenn wir die Chlor-, Jod- und Bromverbindungen des Kaliums mit einander vergleichen, dafs die Differenz in der Ausflufsgeschwindigkeit hauptsächlich durch den Character des betreffenden Metalles bedingt wird, während Chlor, Brom und Jod nur in geringem Grade auf dieselbe influiren. Je enger aufserdem das Rohr wird, um so mehr wächst das Verhältnifs zwischen den Geschwindigkeiten, so verhalten sich z. B. für das weiteste Rohr Chlorkalium zu Chlornatrium wie 100 . 112,3, für das engste Rohr wie 100 . 115,6. Dafs das Chlorammonium sich nicht den aus nur zwei Elementen zusammengesetzten Salzen anschliefst, wird sehr wahrscheinlich

seinen Grund nur darin haben, dafs es eine ternäre Verbindung ist. Weitere Untersuchungen, die sich auch über höher zusammengesetzte Verbindungen erstrecken, werden auch hierüber hoffentlich Aufschluſs geben.

Die Differenz in den Ausfluſsgeschwindigkeiten nimmt mit der gröſseren Concentration noch mehr zu, wie sich dieſs aus folgender Tabelle ergiebt, welche die Ausfluſsgeschwindigkeiten angiebt für Flüssigkeiten, deren specifisches Gewicht 1,1058 bei 19°,2 R. betrug, und die ungefähr ein Theil Salz auf fünf Theile Wasser enthielten:

Rohr	I		II		III		IV*		V		VI	
	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''
K Cl	20,0	81	19,8	1850	18,0	135	18,4	362	18,2	322	17,5	2558
K Br	„	78	„	1759	„	129	—	—	17,4	315	16,6	2508
K J	„	77	„	1715	„	127	—	—	„	309	„	2501
Na Cl	„	103	20,0	2426	„	173	18,4	477	18,2	423	17,5	3500
Li Cl_2	„	154	18,8	3786	„	256	—	—	„	634	„	5139
H Cl	„	112										

* Leider zerbrach das Rohr IV, so dafs in ihm nur Chlorkalium und Chlornatrium verglichen werden konnten.

Eine Vergleichung der hier gefundenen Zahlen ergiebt ein nahezu überraschendes Resultat. Es verhalten sich nämlich die für Chlorkalium und Chlornatrium gefundenen Zahlen

im	Rohr	I	wie	58,5 : 74,4
„	„	II	„	58,5 : 76,71
„	„	III	„	58,5 : 74,9
„	„	IV	„	58,5 : 77,1
„	„	V	„	58,5 : 76,8
„	„	VI	„	58,5 : 80,0.

Diese Zahlen stimmen theilweise (I und III) fast genau mit dem Aequivalentgewichte der betreffenden Salze überein, so dafs man behaupten könnte:

„Die Ausflufsgeschwindigkeiten verschiedener Salzlösungen verhalten sich bei einer bestimmten Concentration umgekehrt wie die Aequivalentgewichte der betreffenden Salze.“

Freilich findet diefs Gesetz vorläufig nur für Chlorkalium und Chlornatrium Anwendung, für Chlorlithium aber nicht; letzteres schliefst sich vielmehr nach dieser Richtung hin in seinem ganzen Verhalten mehr an die Gruppe der alkalischen Erden an, mit denen es ja auch in der Löslichkeit seiner Salze, z. B. des kohlensauren und phosphorsauren, grofse Aehnlichkeit zeigt.

In einem Falle wurde auch mit Chlorwasserstoffsäure operirt, und, wie sich aus der in der Tabelle mit aufgeführten Zahl ergiebt, flofs diese langsamer durch das Rohr als die Kalium- und Natriumverbindung des Chlors, schneller dagegen als Chlorlithium.

Nach Abschluſs der beiden angeführten Versuchsreihen ward es möglich, auch Chlorrubidium mit in die Beobachtungen hineinzuziehen; es wurde in drei Röhren mit Chlorkalium verglichen und ergab folgende Zahlen:

Rohr	II		III		IV	
	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''
KCl	16,8	1987	16,9	138	16,5	2658
Rb Cl	„	1922	16,7	133	„	2604

Es fliefst also Chlorrubidium seinem gröfseren Aequivalentgewichte zu Folge schneller durch ein Capillarrohr als Chlorkalium, wenn auch die Differenzen aufserordentlich klein sind.

Um endlich möglichst concentrirte Lösungen anwenden zu können, wurde eine in der Kälte gesättigte Lösung von dem am schwersten löslichen Chlorkalium dargestellt. Da die Versuche in einem ziemlich warmen Raum vorgenommen wurden, so stand in der Flüssigkeit eine Ausscheidung von Krystallen, welche von wesentlich störendem Einflusse

auf die Ausflufsgeschwindigkeit hätten seyn können, nicht zu befürchten.

Die concentrirtesten Lösungen hatten ein specifisches Gewicht von 1,170 (bei 16°,8). Sie wurden in dem Rohre VI mit einander verglichen, bei einem Abstand der Marken von 200^{mm} und ergaben folgende Zahlen:

	t^0	z''
K Cl	— 16,2	— 2033
K Br	— 16,2	— 1826
K J	— 16,2	— 1771
Rb Cl	— 16,2	— 1889
Na Cl	— 16,4	— 3336
Li Cl_2	— 16,4	— 6596.

Der Unterschied zwischen Kalium, Natrium und Lithium tritt hier noch weit stärker hervor als dieſs bei den verdünnten Lösungen der Fall war; vor allen Dingen aber ist hier zu beachten, daſs bei diesen Lösungen schon ein wirklicher Einfluſs von Chlor, Jod und Brom nicht zu verkennen ist: die Jodverbindung mit dem gröſsten Aequivalentgewicht flieſst schneller als die Bromverbindung und diese wieder schneller als Chlorkalium. Auch das Rubidium (Caesium konnte leider bis jetzt noch nicht verwandt werden) zeigt hier schon eine gröſsere Abweichung vom Kalium als bei den früheren Lösungen.

Um nun möglicher Weise eine Relation zwischen der Ausflufsgeschwindigkeit und dem absoluten Salzgehalte der Lösungen aufzufinden, wurde der letztere bestimmt. Es ergaben sich für die concentrirtesten Lösungen folgende Verhältnisse von Wasser zum Salz:

für	K Cl	= 1 : 0,2523
	K Br	= 1 : 0,2128
	K J	= 1 : 0,2071
	Na Cl	= 1 : 0,2306
	Rb Cl	= 1 : 0,2104
	Li Cl_2	= 1 : 0,2953

Die Versuche, das specifische Gewicht der trockenen Salze zu bestimmen, scheiterten vorläufig an der Unzulänglichkeit der bisher in Anwendung gekommenen Methoden zur Bestimmung der Dichte in Wasser löslicher Salze. Erstlich waren die Salze, wenn auch nur in geringer Menge, in sämmtlichen benutzten Flüssigkeiten, wie Petroleum, Chloroform usw. löslich, und dann war es nicht möglich, die Salze in von Spalten und Luftbläschen ganz freien Stückchen zu bekommen. Es konnte daher mit Sicherheit kaum die zweite Decimale bestimmt werden, was für den vorliegenden Zweck nicht genügte. Es müssen sonach die erwähnten Vergleichungen einer späteren Arbeit vorbehalten werden.

Während die bisher beschriebenen Versuche sich auf die Alkalien beschränkten, wurden dieselben auch auf die alkalischen Erden ausgedehnt. Ein Vorversuch, bei welchem eine Lösung von Chlorcalcium von 1,106 spec. Gew. bei 18°,1 mit Chlorkalium verglichen wurde, gab für das Rohr V die Zahlen:

$$K\,Cl\ 327''$$
$$Ca\,Cl_2\ 460'',$$

zwei Zahlen, die sich fast genau umgekehrt zu einander verhalten wie die (älteren) Aequivalentgewichte.

Die nachstehende Tabelle enthält die Zahlen, welche Lösungen von Chlorverbindungen des Calciums, Bariums, Strontiums und Magnesiums, in drei Fällen mit Chlorkalium verglichen, gaben. Das specifische Gewicht dieser Lösungen betrug bei 16°,2 Temperatur 1,107

Rohr	I		II		III		V		VI	
	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''	t^0	z''
K Cl	16,0	88	16,0	2148	16,0	140	—	—	—	—
$Mg\,Cl_2$	„	151	16,2	3616	„	244	16,0	603	16,6	4763
$Ca\,Cl_2$	„	122	„	2609	„	197	„	486	„	3918
$Sr\,Cl_2$	„	106	„	2507	„	172	„	415	„	3292
$Ba\,Cl^5$	„	100	„	2385	„	160	„	389	„	3070

Augenscheinlich findet also bei den alkalischen Erden eine ähnliche Relation zwischen der Ausflufsgeschwindigkeit und den Aequivalentgewichten statt, wie bei den Alkalien. Erstere wird um so gröfser, je gröfser das Aequivalentgewicht wird. Wenn nun eine Vergleichung der in dieser letzten Tabelle enthaltenen Zahlen auch nicht die übereinstimmenden Zahlen ergiebt, wie sie für die Alkalien nachgewiesen wurden, so liegt doch immerhin die Wahrscheinlichkeit nahe, dafs auch für die Lösungen der alkalischen Erden bei einem bestimmten Concentrationsgrad das Gesetz bestätigt wird, dafs die Ausflufsgeschwindigkeiten sich umgekehrt verhalten wie die Aequivalentgewichte.

In derselben Weise wird es zu untersuchen seyn, ob das genannte Gesetz auch Anwendung finden könne für die Alkalien einerseits und die alkalischen Erden andererseits, und unter welchen Bedingungen (Concentration usw.). Nach den für das Rohr I gefundenen Zahlen ist jedenfalls die Möglichkeit vorhanden, und es wird späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen, dieſs nachzuweisen.

Aus den angeführten Zahlen leuchtet zur Genüge hervor, dafs die Anfangs erwähnte Cohäsion der Salzlösungen nur in geringem Grade von der Concentration, sondern hauptsächlich von dem chemischen Character des gelösten Salzes abhängig ist. Dafs der Einflufs der Concentration nur ein geringer ist, hat schon Schlie in seiner Dissertation [1]) nachgewiesen, indem er fand, dafs eine Chlorkaliumlösung schneller, eine solche vom Chlornatrium langsamer als Wasser fliefst. Auffallend ist ferner, dafs, während die Chlorkaliumlösung mit steigender Concentration schneller fliefst, sich bei der Chlornatriumlösung die umgekehrte Erscheinung zeigt.

Die von mir angestellten Versuche sind lange nicht zahlreich genug, um daraus schon jetzt allgemein gültige Schlufsfolgerungen ziehen zu können; dazu bedarf es noch

1) Untersuchungen über die Bewegung von Flüssigkeiten in Capillarröhren. Rostock 1869.

sehr vieler Versuchsreihen, besonders auch mit den Lösungen eigentlicher Salze, und vor allen Dingen würden auch die Hydroxyde mit in das Bereich der Untersuchungen zu ziehen seyn.

Versuchen wir vorläufig eine wahrscheinliche Erklärung der angeführten Erscheinungen zu geben, so werden wir zu der Annahme geführt, dafs in Verbindungen aus höherem Aequivalentgewicht die Moleküle gröfser sind als in solchen mit niedrigem Aequivalentgewicht. Sind nun gleiche Gewichtsmengen zweier Salze von verschiedenem Aequivalentgewicht in einer Flüssigkeit gelöst, so werden in der Lösung des sehwereren Salzes zwar gröfsere aber weniger Moleküle vorhanden seyn, als in der Lösung des Salzes von geringerem Aequivalentgewicht. Es wird also in der Lösung des ersteren Salzes die mit dem Lösungsmittel in Berührung kommende Oberfläche der Moleküle eine kleinere seyn müssen als in der letzteren Flüssigkeit, mithin wird in der ersteren Flüssigkeit die innere Reibung eine geringere seyn, sie mufs also, unter im Uebrigen gleichen Bedingungen, eine gröfsere Beweglichkeit haben.

Diese, vielleicht etwas gewagte, Hypothese kann erst dann ihre Bestätigung finden, wenn die Mehrzahl der löslichen Verbindungen nach dieser Richtung hin vollständig untersucht ist, und erst dann wird sich aus dem specifischen Gewichte der Lösung sowie aus dem des gelösten Stoffes, verglichen mit dem absoluten Concentrationsgrade, ein bestimmter Zahlenausdruck für diese Verhältnisse finden lassen.

Bei **Joh. Ambr. Barth** in Leipzig sind ferner erschienen:

Bering (H.), **Kurze Anleitung zur Ausführung maassanalytischer Untersuchungen** für Fabrikanten, Berg- und Hüttenmänner, Chemiker, Metallurgen, Münzbeamte, Agronomen, Aerzte, Pharmaceuten u. s. w. bearbeitet. Nebst Tabellen und 21 in den Text gedruckten Holzschnitten. 8. geh. . . . . 20 Ngr.

Erdmann (O. L.), **Lehrbuch der Chemie.** 4te völlig umgearbeitete und vermehrte Auflage. gr. 8. geh. . . . . 2 Thlr. 6 Ngr.

——— **Ueber das Studium der Chemie.** 8. . . . . 10 Ngr.

——— **Grundriss der allgemeinen Waarenkunde.** Zum Gebrauche für Handels- und Gewerbsschulen, sowie zum Selbstunterrichte entworfen. 7te umgearbeitete und vermehrte Auflage von R. König. Mit eingedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. . . . . 1 Thlr. 21 Ngr.

——— **Gasprüfer.** Nebst 1 Steindrucktafel. gr. 8. geh. . . 3 Ngr.
[Aus dem Journal für praktische Chemie Bd. LXXX besonders abgedruckt.]

Fleischer (E.), **Die Titrirmethode als selbstständige quantitative Analyse.** In 8. geh. . . . . 1 Thlr. 10 Sgr.

Haidinger (W.), **Anfangsgründe der Mineralogie.** Zum Gebrauche bei Vorlesungen. Nebst 15 Kupfertafeln. gr. 8. . . 2 Thlr. 9 Ngr.

Kolbe (H.), **Erprobte Laboratoriums-Einrichtungen.** Mit 1 Steindrucktafel. 1871. gr. 8. geh. . . . . 6 Ngr.

——— **Moden der modernen Chemie.** 1871. gr. 8. geh. . . 5 Ngr.

Marchand (R. F.), **Chemische Tafeln zur Berechnung der Analysen.** Nach den neuesten Bestimmungen entworfen. gr. 8. geh. 24 Ngr.
[Aus dem Journal für praktische Chemie Bd. XXXIX besonders abgedruckt.]

Müller (C. G.), **Die trockene Destillation** und die hauptsächlichsten auf ihr beruhenden Industriezweige. gr. 8. geh. . . . . 22½ Ngr.

Naumann (C. F.), **Grundriss der Krystallographie.** Mit 3 Kupfertafeln. gr. 8. . . . . 2 Thlr.

Plattner (C. F.), **Die Probirkunst mit dem Löthrohre** oder Anleitung, Mineralien, Erze, Hüttenprodukte und verschiedene Metallverbindungen mit Hülfe des Löthrohrs qualitativ auf Silber, Gold, Kupfer, Blei, Wismuth, Zinn, Kobalt, Nickel und Eisen zu untersuchen. 3te grösstentheils umgearbeitete und verbesserte Auflage. Mit 78 in den Text gedruckten Holzschnitten. gr. 8. geh. . . . . 4 Thlr.

Poggendorff (J. C.), **Biographisch-literarisches Handwörterbuch** zur Geschichte der exacten Wissenschaften, enthaltend Nachweisungen über Lebensverhältnisse und Leistungen von Mathematikern und Astronomen, Physikern, Chemikern, Mineralogen, Geologen u. s. w. aller Völker und Zeiten. 2 Bände. Lexikonformat. geh. . . . . 13 Thlr. 10 Ngr.

Reichenbach (K.), **Beiträge zur näheren Kenntnifs der trockenen Destillation.** Das Kapnomor. gr. 8. geh. . . . . 4½ Ngr.

——— **Das Kreosot** in chemischer, physikalischer und medicinischer Beziehung. 2te mit Nachträgen und Zusätzen von Schweigger-Seidel vermehrte Ausgabe. gr. 8. geh. . . . . 2 Thlr.

Rose (H.), **Handbuch der analytischen Chemie.** 6te Auflage. Nach dem Tode des Verfassers vollendet von R. Finkener.
I. Band: Qualitative Analyse. II. Band: Quantitative Analyse. zusammen 7 Thlr.

Volhard (J.), **die Begründung der Chemie durch Lavoisier.** 1870. gr. 8. geh. . . . . 10 Ngr.

Wolf (E. Th.), **Chemische Forschungen auf dem Gebiete der Agricultur** und Pflanzenphysiologie. Ein Supplementband für die Lehrbücher der Agriculturchemie, physiologischen Chemie und der rationellen Landwirthschaft. Mit sorgfältiger Benutzung der Original-Abhandlungen und Schriften ausgearbeitet. gr. 8. geh. . 2 Thlr. 15 Ngr.